

Am 15. September 2017 wird die Raumsonde Cassini als große Feuerkugel in der Atmosphäre des Saturn verglühen.

Cassinis großes Finale: SuW 4/2017

Am Ende seines Artikels über die Ergebnisse der Saturn-Mission Cassini und ihr bevorstehendes Ende (SuW 4/2017, S. 28) schrieb unser Autor Tilmann Denk: »Für mich wäre es spannend zu erfahren, für wie viele SuW-Leser Cassini ›schon immer‹ gegenwärtig und aktiv war. Ich möchte vermuten, dass sich bei zahlreichen Lesern das Interesse an der Astronomie erst nach dem Start der Sonde vor 20 Jahren entwickelt hat«. Darauf gab es zahlreiche – zum Teil sehr ausführliche – Reaktionen, aus denen wir im Folgenden einige Ausschnitte vorstellen. RED.

Mein erstes SuW

Lieber Herr Denk,
ja, ich gehöre zu denen, die mit der Cassini-Mission in die großartige Welt der modernen Astronomie einsteigen durften, wenn auch nur als Leser von SuW und bewundernd Staunender angesichts der unglaublichen Erkenntnisse von Ihnen und Ihren Kolleginnen und Kollegen. Meine Frau schenkte mir 2004 das Abo, und die Juliausgabe 2004 ist »mein« erstes Heft, mit Ihrem zweiten Cassini-Artikel. Bei diesem Heft tat ich mich als absoluter Laie auf diesem Gebiet noch sehr schwer, all diese komplizierten Begriffe, Dinge und Zusammenhänge, die Physik und Chemie zu verstehen. In den vergangenen Jahren bin ich um 154 Hefte und ein paar Erkenntnisse reicher, dank der nimmermüden Erklärungen von fachlich komplizierten Zusammenhängen in »meiner« mir sehr ans Herz gewachsenen SuW, beziehungsweise ihrer Autoren und Redakteure.

Nun geht also auch »Ihr« Projekt seinem Ende entgegen. Ich bin mittlerweile im Ruhestand und habe mit Schmunzeln gesehen, dass sich auch Ihr Foto seit 2004 etwas verändert hat. Doch ist es nicht schön, wie wir mit den Jahren ein breiteres, tieferes, unglaublich faszinierendes Wissen erlangen konnten? Was mich an Ihrem jüngsten Artikel neben den wirklich beeindruckenden Fakten, Fotos und

Grafiken so positiv berührt hat, sind ihre schon philosophisch zu bezeichnenden Passagen. Wie gut, dass die Redaktion hier nicht gekürzt hat, aber das ist ja sowieso eine der Stärken von SuW.

MICHAEL WERBECK,
BREMEN

Spannendes Ende

Besten galaktischen Dank für den anschaulichen Bericht über Cassinis letzten Reiseabschnitt. Ihre Frage nach den SuW-Lesern, für die Cassini »schon immer« gegenwärtig war, beantworte ich gerne dahin, dass der erste Zeitungsausschnitt dazu in meinen Unterlagen die dpa-Meldung vom 7. Juni 1997 (in der Siegener Zeitung) ist, also ein Vierteljahr vor dem Start.

Auf Ihren bebilderten Bericht nach einem hoffentlich höchst erfolgreichen Finale Cassinis freue ich mich schon jetzt!

BURKHART ASBECK,
HILCHENBACH

Emotionen »live«

Mit absoluter Begeisterung las ich Ihren Artikel in der letzten SuW-Ausgabe zu Cassini. Als Fan der Planetenforschung verfolge ich, 1961er Baujahr, seit Viking auf dem Mars diese Geschichte im Allgemeinen und Cassini insbesondere von Anfang. Das Internet hat seit einigen Jahren

dazu geführt, dass man Ereignisse wie die Landung von Curiosity live mitverfolgen kann, so dass die Emotionen, die in einem solchen Kontrollraum herrschen, am Bildschirm miterlebt werden können. Dinge, von denen ich in der ehemaligen DDR gar nicht gewagt habe, zu träumen. Jetzt steht das »Große Finale« von Cassini bevor und man könnte fast heulen, dass es vorbei sein soll. Technisch ist es natürlich völlig verständlich.

LUTZ BERNHARD,
HAUBITZ/SACHSEN

Saturn fasziniert

Seit ich als kleiner Junge mit meinem zu Weihnachten geschenkten Miniteleskop auf wackeligem Stativ die Ringe des Saturn gesehen habe, fasziniert mich dieser Planet. Inzwischen sind mehr als 40 Jahre vergangen.

Heute habe ich die Möglichkeit, dank der Raumsonden vor Ort den Saturn quasi live an meinem Computer zu betrachten. Trotzdem bleiben mir die vielen Stunden, die ich in Eiseskälte an meinem geöffneten Kinderzimmerfenster mit meinem Kinderteleskop verbrachte, in Erinnerung.

Ich gebe zu, ich beneide Sie ob Ihres Berufes. Ich wünsche Ihnen weiterhin viel Spaß und Erkenntnisse, die Sie hoffentlich weiterhin mit uns Lesern teilen.

CHRISTIAN BALTRUSCH

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe, wo Sie auch Ihren Leserbrief direkt in ein Formular eintragen können. Zuschriften per E-Mail: leserbriefe@sterne-und-weltraum.de

Dunkle Antimaterie?

In den Artikeln von »Sterne und Weltraum« ist ab und zu von Dunkler Materie, Urknall und ähnlichem die Rede. Das hat mich zu folgender, vielleicht kurios anmutender Frage gebracht: Gibt es Dunkle Antimaterie?

Beim Urknall ist Materie und Antimaterie entstanden. Könnte es bei der Dunklen Materie ebenfalls entsprechende Antiteilchen geben haben? Einen Beweis zu finden wird sicher viel schwerer sein als Dunkle Materie überhaupt nachzuweisen.

JÜRGEN BEHLER,
GESEKE

Das ist eine geistreiche und auf eine Art sogar naheliegende Frage. Aber so lange wir über die physikalische Natur der Dunklen Materie so wenig wissen wie heute, hat die Frage kaum eine echte physikalische Bedeutung. Es gibt unter den vielen mathematisch-physikalischen Spekulationen der

Elementarteilchentheoretiker zur Natur der Dunklen Materie auch solche, die Antiteilchen zu den postulierten Teilchen enthalten. Dazu gehören zum Beispiel die so genannten Supersymmetriemodelle, die jedem Teilchen der normalen Materie (mindestens) einen supersymmetrischen Partner zuweisen, also auch den Antiteilchen.

Die Dunkle Materie nachzuweisen ist heutzutage kein Problem mehr. Sie zeigt sich in einer großen Vielfalt von astronomischen Phänomenen. Einige ihrer Eigenschaften und einige Aspekte ihrer Verteilung (Klumpigkeit) im Kosmos glauben wir inzwischen ganz gut zu kennen. Aber ihre eigentliche Natur ist nach wie vor völlig unklar (siehe auch Beitrag auf S. 26). U. B.

Bunter Mond – irisierende Wolken

Bei der Halbschattenfinsternis vom 10. auf den 11. Februar 2017 konnte ich mit meinem Acht-Zoll-Newton-Teleskop (f/4) leider nur zeitweilig durch schmale Wolkenlöcher fotografieren. Als Draufgabe erhielt ich aber wunderschön bunte Mondbilder. Meine Frage: Entstehen diese Farbbilder ähnlich dem Halo durch hochliegende Eiskristalle?

HANS-BRUNO STRACK,
HIMBERG BEI WIEN

Es sind in diesem Fall nicht Eiskristalle, sondern Wolkenröpfchen von besonders einheitlicher Größe, welche die Farben erzeugen.

Knötchen in Gewitterblitzen

Das von Frau Sittig-Kramer in SuW 4/2017 auf S. 6 beschriebene Phänomen habe ich schon häufig beobachtet, und ich hätte aus der Sicht der theoretischen Elektrotechnik folgenden Erklärungsversuch: Der Blitz findet seinen Weg auf Bahnen, die dem geringsten Widerstand folgen. Daher sind im Verlauf des Blitzstrahls kleine Ausbuchtungen und manchmal auch eine spiralförmige Windung vorhanden. Die magnetische Feldstärke, die den Stromweg umschließt, ist an solchen Stellen erheblich größer als an den glatteren Stellen des Strahls. Nach dem Ende des primären Stromflusses bricht das Magnetfeld unterschiedlich schnell zusammen, was zu folgendem Effekt führt: Das Magnetfeld verlängert bei seinem »Zusammenbruch« die Existenz des umschlossenen Plasmas durch den darin induzierten Strom, und damit bricht auch das Feld langsamer zusammen. An Stellen höherer Magnetfeldstärke wird also die Lebensdauer des leuchtenden Plasmas vergrößert, was zu einem Nachleuchten dieser Stellen führt.

Der beschriebene elektrodynamische Effekt könnte auch beim Entstehen eines Kugelblitzes die entscheidende Rolle spielen, weshalb ein leuchtendes Plasma über eine gewisse Zeit durch Verzehr von magnetischer Feldenergie existieren kann. Das Magnetfeld verhindert dabei auch das Zerplatzen des Plasmas, was erst am Ende des Prozesses erfolgt, wenn alle Feldenergie verzehrt ist. DR.-ING. GÜNTER MÖRZ, LUDWIGSBURG

Der physikalische Mechanismus ist ebenfalls ein anderer: Während die Farben von Halos und Regenbögen durch die Wellenlängenabhängigkeit der Lichtbrechungswinkel entstehen, sehen wir hier Interferenzfarben vor uns. Das Phänomen ist unter der Bezeichnung »irisierende Wolken« bekannt, siehe zum Beispiel www.meteoros.de/themen/atmos/beugung-interferenz/irisierende-wolken

Es ist an sich nicht selten, aber bisher war es der Redaktion nur in reflektiertem Licht bekannt, nicht in Absorption vor der Lichtquelle, also vor Sonne oder Mond selbst. Irisieren gibt es auch bei Eiskristallen, aber das ist eher die Ausnahme. U. B.



Hans-Bruno Strack

Den Vollmond vom 11. Februar 2017 fotografierte Franz-Bruno Strack durch dünne irisierende Wolken, so dass er hier ungewohnt farbig erscheint.

Energiegrenze für Gammastrahlen?

Am Schluss eines Artikels in SuW 10/2012 erwähnen Sie das Projekt einer Zusammenschaltung von mehreren Tscherenkow-Teleskopen, die den Nachweis von sehr hochenergetischen Gammaquanten ermöglichen soll. Gibt es eigentlich eine theoretisch begründbare Obergrenze für die Energie der Gammastrahlung, also für energiereiche Photonen, und damit für die kosmische Strahlung insgesamt? PROF. DR. MED. STEPHAN ZSCHOCKE, HALSTENBEK

Eine physikalische obere Grenze für die Energie kosmischer Photonen ist nicht bekannt. Da allerdings Atomkerne der kosmischen Strahlung mit Energien von bis zu mehreren 10^{20} Elektronvolt (eV) nachgewiesen wurden, ist davon auszugehen, dass auch Photonenenergien ähnlicher Größenordnung vorkommen sollten. Photonen sind nämlich häufige Zerfallsprodukte bei Zusammenstößen von energiereichen Wasserstoffkernen mit anderen Teilchen. Sie können einen signifikanten Bruchteil der ursprünglichen Teilchenenergie davontragen.

Je nach Beschaffenheit der Strahlungsquellen und ihrer Distanz wären die erzeugten Photonen auf der Erde allerdings nicht bis zu beliebig hohen Energien beobachtbar. Höchstenergetische Photonen können durch Kollision mit anderen Photonen vernichtet werden. Im intergalaktischen Raum treffen sie vor allem auf die zahlreich vorhandenen Photonen des kosmischen Mikrowellenhintergrunds (etwa 400 pro Kubikzentimeter) und bilden mit ihnen Elektron-Positron-Paare. Die Schwelle für diesen Prozess liegt bei etwa 10^{14} Elektronvolt. Oberhalb dieser Energie sind extragalaktische Quellen deshalb effektiv nicht nachweisbar. Interaktionen mit dem optischen und infraroten Hintergrundlicht haben eine niedrigere Schwellenergie und lassen so das beobachtbare Universum schon unterhalb von 10^{14} Elektronvolt schrumpfen (siehe Grafik unten). Die Messung von Quellen innerhalb der Milchstraße ist übrigens, trotz des lokalen Sternenleuchtens, nahezu unbeeinflusst von dieser Art der Absorption.

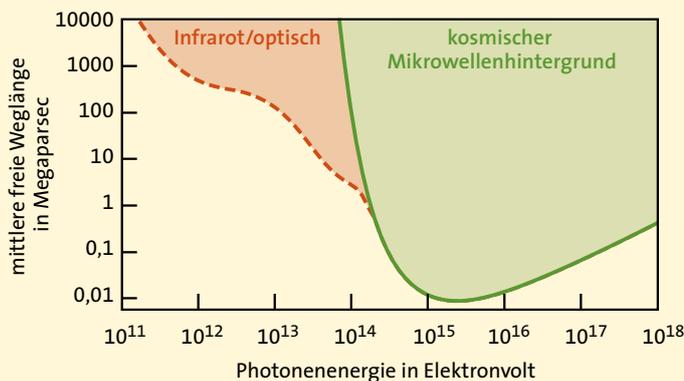


Auf einer Fläche von 3000 Quadratkilometern sind in Argentinien 1440 Tanks mit je zwölf Kubikmetern hochreinem Wasser aufgestellt, in welchem einfallende Teilchen Lichtblitze erzeugen. Das Foto zeigt den etwa 1,5 Meter hohen Deckel eines der Tanks des Pierre Auger Observatoriums, der die Energieversorgung, die Detektoren für die Lichtblitze und eine Funkanlage zur Datenübertragung enthält. Die Anlage dient zum Nachweis kosmischer Strahlung der höchsten Energien von 10^{17} bis 10^{20} Elektronvolt.

Die bisher höchstenergetischen kosmischen Photonen wurden mittels Tscherenkow-Teleskopen (siehe SuW 3/2009, S. 38) bei Energien von »lediglich« etwa 10^{14} Elektronvolt (100 Teraelektronvolt, TeV) nachgewiesen. Sie besitzen immerhin eine 100 Billionen mal höhere Energie als diejenigen des sichtbaren Lichts. In der Nähe des galaktischen Zentrums gibt es eine Quelle von Gammastrahlung ohne erkennbare Obergrenze in der Energie der Photonen. Durch das zu hohen Energien hin steil abfallende Spektrum – der differentielle Photonenfluss folgt einem inversen Potenzgesetz – sind wohl lediglich wegen der begrenzten Messfläche und -zeit noch keine Photonen oberhalb von etwa 50 Teraelektronvolt beobachtet worden. Eine einfache Fortführung des Potenzgesetzes nach höheren Energien ist allerdings durch fehlende Nachweise in ganz anderen Detektoren ausgeschlossen: Große Luftschauerarrays wie das Pierre-Auger-Observatorium (siehe Bild oben) sind zwar nicht primär auf den Nachweis höchstenergetischer Photonen ausgelegt, sie erzeugen aber durch ihre immense abgedeckte Fläche und lange Messdauer die momentan besten oberen Schranken für den Fluss von Photonen oberhalb 10^{18} Elektronvolt. Demnach gibt es dort weniger als ein Photon pro Quadratkilometer und Jahr.

FELIX WERNER arbeitet als experimenteller Astroteilchenphysiker am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg an der Instrumentierung der nächsten Generation von abbildenden Tscherenkow-Teleskopen.

SuW-Grafik, nach: F. Werner; Sternlicht nach Franceschini A, Rougiero G, Vaccari M; 2008. Astron. Astrophys. 487:837–852



Die mittlere freie Weglänge wird von energiereichen Photonen durch Paarbildungsprozesse mit Sternlicht (IR/optisch) und dem kosmischen Mikrowellenhintergrund (CMB) begrenzt. Photonen oberhalb von etwa 100 Teraelektronvolt (10^{14} Elektronvolt) werden vornehmlich durch Paarbildung am CMB absorbiert, weshalb extragalaktische Quellen in diesem Energiebereich kaum beobachtbar sind. Im gesamten Bereich von 10^{14} bis 10^{18} Elektronvolt ist die Reichweite kleiner als die Entfernung zu unserer Nachbargalaxie, dem Andromedanebel.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.



Sie möchten Lehrstühle oder Gremien besetzen? Sie suchen weibliche Experten, Gutachter oder Redner zum Thema?

Finden Sie die passende Kandidatin in unserer Datenbank mit über 2.300 Profilen herausragender Forscherinnen aller Disziplinen.

AcademiaNet – das internationale Rechercheportal hoch qualifizierter Wissenschaftlerinnen

Die Partner

Robert Bosch **Stiftung**

Spektrum
der Wissenschaft

nature

